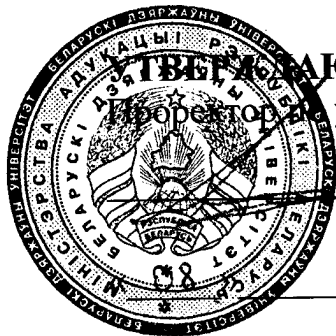


Белорусский государственный университет



Директор по учебной работе

А.Л. Толстик

06 _____ 2017

Регистрационный № УД-4005/уч.

БИОФИЗИКА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности**

1-31 04 01 Физика (по направлениям),

направление специальности

1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 01-2013 и учебных планов УВО №G31-163/уч. от 30.05.2013 г., №G31-174/уч. от 30.05.2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

П.М. Булай – доцент кафедры биофизики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биофизики физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 15 от 02.06.2017);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 08.06. 2017 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины «Биофизика сложных систем» разработана для специальности 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность) (специализация «Биофизика»).

Функционирование целостной биологической системы есть результат взаимодействия во времени и пространстве составляющих ее элементов. Выяснение принципов регуляции такой системы представляет собой задачу, которая может быть решена лишь с применением правильно выбранных математических методов.

Сложные процессы в биологических системах обычно имеют характер многоступенчатых превращений и могут рассматриваться как совокупность отдельных стадий (элементарных звеньев), образующих сетку сопряженных последовательных, параллельных и/или циклических реакций. В основе совокупности процессов в целостной клетке или организме лежат кинетические относительно простые биохимические реакции и физико-химические процессы, для которых справедливы основные законы физической химии.

В связи с этим глубокое понимание принципов функционирования и организации сложных биологических объектов становится важной составляющей подготовки специалиста по специализации 'биофизика'.

Основной целью курса является изучение общих подходов и методов анализа поведения сложных биологических систем и рассмотрение с их помощью основных закономерностей динамического поведения биообъектов и самоорганизации. *Основной задачей курса* является рассмотрение биологических объектов как сложных многоуровневых систем, с использованием современных методов математической физики.

Материал курса основан на базовых знаниях и представлениях, заложенных в общих курсах математической физики, теории дифференциальных уравнений, молекулярной биофизики и др.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

– основные представления о принципах функционирования биологических систем;

уметь:

– строить динамические модели биологических систем;
– решать задачи математической биофизики;

владеть:

– терминологией биофизики сложных систем;

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций.

Академические компетенции:

1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения практических задач.
2. Владеть системным и сравнительным анализом.
3. Владеть исследовательскими навыками.
4. Уметь работать самостоятельно.
5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Социально-личностные компетенции:

1. Быть способным к социальному взаимодействию.
2. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
3. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).
4. Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин.
2. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.
3. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.
4. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.
5. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской работы.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины – 116, из них количество аудиторных часов – 48.

Форма получения высшего образования – очная, дневная,

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций и аудиторного контроля управляемой самостоятельной работы (УСР) студентов. На проведение лекционных занятий отводится 40 часа, на УСР – 8 часа.

Занятия проводятся на 5-м курсе в 9-м семестре.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Предмет и методы биофизики сложных систем. Основные понятия биофизики сложных систем. Методы описания динамических систем. Качественная теория динамических систем.

2. Типы динамического поведения биологических систем. Типы стационарных состояний в биосистемах. Бифуркации в биосистемах. Переходы между стационарными состояниями.

3. Динамические модели популяций. Модели Лотки и Вольтера. Модель Моно. Модель Ферхюльста.

4. Кинетика ферментативных процессов. Скорость ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Ингибирование и активация ферментативной реакции. Субстратное и продуктное угнетение реакции. Открытые ферментативные системы. Открытые системы с субстратным угнетением. Открытые системы с продуктным угнетением. Системы с субстратным и продуктным угнетением. Колебания в системах, условия их возникновения.

5. Биологическая синергетика. Автоволновые процессы, их классификация. Решение диффузионной задачи. Условия возникновения АВ процессов. Распространение фронта возбуждения. Распространение импульса. Автономные источники волн. Диссипативные структуры. Особенности морфогенеза. Модель «Брюсселятор».

6. Биологическая кибернетика. Модель «квазивидов». Модель «гиперциклов». Модель «сайзеров». Общие модели эволюции. Модели молекулярной эволюции. Прикладное эволюционное моделирование. Формальный нейрон. Классификация нейронных сетей. Обучение нейронных сетей.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6		7	8	9
1	Предмет и методы биофизики сложных систем							[1,2]	
1.1	Основные понятия биофизики сложных систем Методы описания динамических систем	2							
1.2	Качественная теория динамических систем Редукция моделей динамических систем	2							
2	Типы динамического поведения биологических систем							[1,2]	
2.1	Типы стационарных состояний в биосистемах Бифуркации в биосистемах	2							
2.2	«Катастрофы» в биосистемах Переходы между стационарными состояниями	2							
3	Динамические модели популяций						2	[2,3,8]	Контрольная работа
3.1	Модель Лотки-Вольтерра Модель Моно	2							
3.2	Модель Ферхюльста Модель Моно-Ферхюльста	2							
4	Кинетика ферментативных процессов						2	[1,7,8]	Контрольная работа
4.1	Скорость ферментативной реакции Уравнение Михаэлиса-Ментен	2							

4.2	Ингибирование и активация ферментативной реакции Субстратное и продуктное угнетение реакции	2							
4.3	Открытые ферментативные системы Открытые системы с субстратным угнетением	2							
4.4	Открытые системы с продуктным угнетением Системы с субстратным и продуктным угнетением	2							
4.5	Колебания в системе, условия их возникновения	2							
5	Распределенные кинетические системы и биологическая синергетика						2	[1-5,7,8]	Контрольная работа
5.1	Автоволновые процессы, их классификация Решение диффузионной задачи	2							
5.2	Условия возникновения АВ процессов Распространение фронта возбуждения	2							
5.3	Распространение импульса Автономные источники волн	2							
5.4	Диссипативные структуры Особенности морфогенеза	2							
5.5	Модель «Брюсселятор»	2							
6	Биологическая кибернетика						2	[2-4,6,9,10]	Контрольная работа
6.1	Модель «квазивидов» Модель «гиперциклов» Модель «сайзеров»	2							
6.2	Общие модели эволюции Модели молекулярной эволюции	2							
6.3	Прикладное эволюционное моделирование Формальный нейрон	2							
6.4	Классификация нейронных сетей Обучение нейронных сетей	2							
	Всего часов	40					8		экзамен

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная

- 1 Рубин А.Б. Биофизика. 1 том: Теоретическая биофизика, М.:Наука 1999
- 2 Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика, М.:Наука 1984
- 3 Волькенштейн М.В. Биофизика, М.:Наука 1988
- 4 Волькенштейн М.В. Общая биофизика, М.:Наука 1978
- 5 Васильев В.А., Романовский Ю. М., Яхно В.Г. Автоволновые процессы, М.:Наука 1987
- 6 Редько В.Г. Эволюционная кибернетика, М.:Наука 2003
- 7 Иваницкий Г.Р., Кринский В.И., Сельков Е.Е. Математическая биофизика клетки, М.:Наука 1978

Дополнительная

- 8 Динамические модели в биофизике, <http://dmb.biophys.msu.ru/>
- 9 Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей, М.:Вильямс 2001
- 10 Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, М.:Вильямс 2005

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Контрольные работы по разделам дисциплины

Примерный перечень мероприятий для контроля качества усвоения знаний по учебной дисциплине

Рекомендуемые темы для составления тестовых и контрольных заданий по учебной дисциплине

2. Основные понятия биофизики сложных систем
3. Типы стационарных состояний в биосистемах
4. Бифуркации в биосистемах
5. «Катастрофы» в биосистемах
6. Переходы между стационарными состояниями в биосистемах
7. Уравнение Михаэлиса-Ментен
8. Ингибирование и активация ферментативной реакции
9. Субстратное и продуктное угнетение ферментативной реакции
10. Открытые ферментативные системы
11. Автоволновые процессы, их классификация
12. Распространение фронта возбуждения
13. Распространение импульса
14. Автономные источники волн

15. Диссипативные структуры
16. Модель 'Брюсселятор'
17. Модель 'квазивидов'
18. Модель 'гиперциклов'
19. Модель 'сайзеров'
20. Прикладное эволюционное моделирование
21. Формальный нейрон

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать тестовые и контрольные задания по разделам дисциплины. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Оценка каждой из контрольных работ должна быть не ниже 4 баллов, оценка ниже 4 баллов считается неудовлетворительной. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Контрольные мероприятия проводятся в письменной форме. Каждая из контрольных работ включает тестовые задания и контрольные вопросы. На выполнение контрольной работы отводится 90 мин. Оценка каждой контрольной проводится по десятибалльной шкале.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее оценок за каждую из письменных контрольных работ.

Текущий контроль по дисциплине (Т, максимум 10 баллов) включает 4 промежуточные письменные контрольные работы по различным темам раздела (максимум 10 баллов по каждой).

$$\text{Оценка текущего контроля } T = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}{4}$$

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзаменационная оценка и оценка текущей успеваемости служат для определения рейтинговой оценки по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и экзаменационной оценки. Рекомендуемые весовые коэффициенты для оценки текущей успеваемости – 0,5; для экзаменационной оценки – 0,5.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Биофизика клетки	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол №15 от 02.06.2017 г.
Молекулярная биофизика	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол №15 от 02.06.2017 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой
биофизики

академик, профессор _____

С.Н.Черенкевич

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета
д.ф.-м.н., профессор _____

В.М. Анищик